

## Verfahren zur Gasbefüllung von Druckgefäßen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Gasbefüllung von Druckgefäßen, insbesondere von Druckgefäßen in Airbag-Systemen.

5

Bei Airbags in Fahrzeugen kommen verstärkt neue Gasgeneratoren zum Einsatz, die den Luftsack bei einem Unfall in wenigen Millisekunden aufblasen. Zur Zeit werden drei Typen von Gasgeneratoren eingesetzt:

- Chemische Generatoren, bei denen das Gas durch die Reaktion eines chemischen Feststoffes mit der Umgebungsluft erzeugt wird;
- So genannte Hybridgeneratoren, die aus einer Kombination von Festbrennstoff und Druckgaspackung bestehen und
- reine Gasgeneratoren mit einem Hochdruck-Gasspeichersystem bei Drücken bis zu 700 Bar bei 15 ° C.

15

Die Gasgeneratoren, die mit verschiedenen Gasen gefüllt sind, werfen bei der Herstellung enorme technische Probleme auf, sowohl bei deren Herstellung als auch bei der Befüllung mit Drücken bis zu 1000 Bar. Diese Drücke werden insbes. bei schneller Befüllung auf Grund der Kompressionswärme erforderlich, um die genau vorgegebenen Gasmassen einzufüllen. Diese sind für die spätere Aufblascharakteristik des Airbags von entscheidender Bedeutung.

20

Als Gase kommen z.B. zum Einsatz Argon, Sauerstoff, Stickstoff, Distickstoffmonoxid (Lachgas), sowohl als Reinstgase als auch als Gasgemische aus diesen Komponenten.

25

Bei gasgefüllten Gasgeneratoren wird gefordert:

1. Fülldrucke bis 1000 bar ( P(T)) für höhere Speicherdichte bzw. kompaktere Baumaße.
2. Genaue Füllmengenbestimmung bei hohen Drücken.
3. Schnelle Befüllung, da diese die Taktzeiten bestimmt.
4. Der Vorgang muß in hohem Maße reproduzierbar sein.

30

Um die sehr hohen Drucke zu erzeugen sind sehr teure und aufwendige Kolben- oder Membranverdichter erforderlich. Dies führt zu hohen Invest-Kosten, hohen Betriebs- und Wartungskosten. Zusätzlich wird eine für diese Drucke entsprechend aufwendige und teure nachgeschaltete Gasversorgung erforderlich.

5

Mit zunehmenden Drucken steigt auf Grund der Kompressionswärme und der ungleichen Temperaturverteilung im Druckbehälter die Ungenauigkeit der exakten Füllmengenbestimmung, die aber für die spätere definierte Funktionsweise des Generators zwingend erforderlich ist.

10

Mit zunehmenden Drucken wird es technisch schwieriger und aufwendiger schnelle Füllzeiten zu erreichen. Es besteht der direkte Zusammenhang zwischen Füllzeit und der Erwärmung während des Füllvorgangs. D.h. je schneller gefüllt wird um so mehr steigt die Gastemperatur. Dies hat zur Folge, dass der Fülldruck noch weiter erhöht werden muß um für 15 °C oder einer anderen definierten Temperatur die exakte Menge Gas zu erzielen.

15

Die Reproduzierbarkeit wird aus den genannten Gründen schwieriger, und bedeutet aufwendige QS-Maßnahmen, wie z.B. das Wiegen der gefüllten Behälter zur exakten Füllmengenbestimmung. Gleichzeitig ist eine stark steigende Ausschussrate bei höheren Drucken zu erwarten. Dies wiederum führt zu geringerer Wirtschaftlichkeit des ganzen Prozesses und damit zu höheren Herstellkosten.

20

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein alternatives Verfahren für die Hochdruck-Gasbefüllung von Druckgefäßen, insbesondere von Druckgefäßen in Airbag-Gasgeneratoren, zu schaffen.

25

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1.

30

Bei dem Verfahren zur Hochdruck-Befüllung eines Druckgefäßes mit einem Gas oder Gasgemisch wird das Druckgefäß gekühlt und mit mindestens einem Gas, z.B. 2 oder mehr Gasen, bei einer Temperatur oberhalb der Siedetemperatur des Gases oder der

Gase befüllt, im gekühlten Zustand verschlossen. Der Fülldruck des Druckgefäßes wird in der Regel durch Erwärmung des befüllten und verschlossenen Druckgefäßes hergestellt. Üblicherweise wird auf Umgebungstemperatur oder Einsatztemperatur des Druckgefäßes erwärmt. Bei Befüllung mit 2 oder mehr Gasen werden die Gase  
5 vorzugsweise nacheinander in das gekühlte Druckgefäß eingeleitet. Auf diese Weise lassen sich Gasgemische herstellen.

Zur Befüllung wird das gekühlte Druckgefäß mit einer Druckgasquelle verbunden. Die Druckgasquelle weist eine höhere Temperatur als das gekühlte Druckgefäß auf. In der  
10 Regel ist die Druckgasquelle ungekühlt. Die Druckgasquelle weist z.B. Umgebungstemperatur oder eine höhere Temperatur auf. Die Druckgasquelle enthält in der Regel ein komprimiertes Gas oder Gasgemisch, vorzugsweise auf Hochdruck komprimiert. Z.B. weist das Gas oder Gasgemisch in der Druckgasquelle einen Druck größer oder gleich 100 bar absolut, größer oder gleich 200 bar absolut, größer oder  
15 gleich 300 bar absolut oder größer oder gleich 400 bar absolut auf.

Bei der Befüllung oder zur Befüllung des Druckgefäßes wird vorteilhaft kein Mittel oder keine Vorrichtung zur mechanischen Verdichtung des zu befüllenden Gases wie ein Kompressor oder eine Gaspumpe eingesetzt. Das heißt zwischen der Druckgasquelle  
20 und dem Druckgefäß erfolgt keine mechanische Verdichtung des Gases oder Gasgemisches, das in das gekühlte Druckgefäß eingeleitet wird.

Das Verfahren dient vorzugsweise zum Befüllen eines Druckgefäßes in einem Airbag-System mit einem Gas oder Gasgemisch.

25 Das Druckgefäß entspricht beispielsweise einem Druckgefäß in üblichen Gasgeneratoren für Airbag-Systeme.

Das Druckgefäß ist vorzugsweise ein Teil eines Gasgenerators eines Airbag-Systems.  
30 Das Druckgefäß ist beispielsweise auch ein selbständiges Teil wie eine Druckpatrone, ein Kleinstdruckgasbehälter oder kleinerer Druckgasbehälter. Das Druckgefäß ist vorzugsweise ein kryotaugliches Druckgasgefäß, das den durch die tiefkalte Befüllung ausgelösten, abrupten, lokalen Temperaturänderungen zwischen der

Umgebungstemperatur und der Fülltemperatur, beispielsweise bis  $-200^{\circ}\text{C}$ , standhält und das eingefüllte Gas nach der Temperaturerhöhung bei den resultierenden Speicherdrücken sicher umschließt. Geeignete Werkstoffe für die Druckgefäße sind z.B. die standardisierten, metastabilen austenitischen CrNi-Stähle, insbesondere die  
5 Typen 1.4301, 1.4307, 1.4306, 1.4541.

Bei dem Verfahren wird das Druckgefäß, z.B. eine zu befüllende Kammer in einem Gasgenerator eines Airbag-Systems, mit einer Druckgasquelle für das Füllgas verbunden. In der Regel erfolgt dies über eine Gasleitung. Die Druckgasquelle ist  
10 beispielsweise ein Druckgasbehälter, insbesondere eine Druckgasflasche, oder eine Hochdruckgasversorgung. Nach Verbindung der Füllkammer mit der Druckgasquelle werden in der Regel die Wände der zu befüllenden Kammer, des Druckgefäßes, auf die Befülltemperatur abgekühlt. Die Befülltemperatur liegt in der Regel unter  $0^{\circ}\text{C}$ , vorzugsweise unter minus  $50^{\circ}\text{C}$  und besonders bevorzugt unter minus  $100^{\circ}\text{C}$ ,  
15 insbesondere bei einer Temperatur unter minus  $150^{\circ}\text{C}$ . Vorteilhaft ist eine Befüllung bei der Siedetemperatur von kälteverflüssigtem Wasserstoff ( $-253^{\circ}\text{C}$ ), kälteverflüssigtem Stickstoff ( $-196^{\circ}\text{C}$ ), kälteverflüssigtem Sauerstoff ( $-183^{\circ}\text{C}$ ), kälteverflüssigtem Argon ( $-186^{\circ}\text{C}$ ) oder anderer Kältemittel oder Salzlösungen, sowie bei der Sublimationstemperatur von z.B. Trockeneis ( $-78,5^{\circ}\text{C}$ ), je nach Art des  
20 Füllgases und des gewünschten, zu erzeugenden Fülldruckes. Die Kühlung des Druckgefäßes erfolgt bevorzugt bei einer konstanten Temperatur. Die Kühlung erfolgt z.B. mittels eines Kältebades oder Tauchbades mit einer Kühlflüssigkeit (z.B. tiefkalt verflüssigte Gase), eines Kühlblocks (z.B. gekühlter Metallblock), eines kalten Gases (z.B. Einsatz eines Gastunnels), kalten Feststoffteilchen (z.B. gekühlte Metallkugeln,  
25 Trockeneisteilchen), einem kalten Feststoff (z.B. Trockeneis) oder einer thermostatisierbaren Kühleinrichtung. Beispielsweise erfolgt die Kühlung in einem Tauchbad mit einem Kältemittel wie kälteverflüssigtem Stickstoff (LN2). Ein Kältebad mit einem tiefkalt verflüssigten Gas oder Trockeneis bietet den Vorteil guter Wärmeübergänge und deshalb hervorragender Temperaturkonstanz.

30

Besonders vorteilhaft ist die Verwendung eines tiefkalt verflüssigten Gases (z. B. LN2) als Kältemittel in einem Kältebad:

- Am Siedepunkt ist die Temperatur nur vom Druck abhängig, also z. B. bei konstantem Umgebungsdruck exakt definiert.
- Durch den guten Wärmeübergang in der siedenden Flüssigkeit werden der Behälter und sein Inhalt schnell auf ebenfalls exakt die Siedetemperatur gebracht.
- Der Fülldruck zur Erzielung der erforderlichen Füllmenge wird gegenüber einem konventionellen Füllverfahren drastisch abgesenkt, z. B. auf 20 – 25%, d.h. um den Faktor 4 bis 5.

10 Das zu speichernde Gas oder Gasgemisch gelangt vorteilhaft im tiefkalten, gasförmigen Zustand (z.B. durch Kühlung im Druckgefäß oder durch Kühlung vor dem Druckgefäß) in das Druckgefäß. Das Druckgefäß ist vor der Befüllung vorteilhaft evakuiert. Zur Befüllung wird eine Verbindung zwischen dem gekühlten Druckgefäß und der in der Regel ungekühlten Druckgasquelle hergestellt und ein bestimmter Druck  
15 eingestellt. Die Druckgasquelle (z.B. eine Druckgasquelle mit dem Gas oder Gasgemisch) weist in der Regel eine Temperatur im Bereich von 0 °C und 100 °C auf. Die Druckgasquelle hat z.B. Umgebungstemperatur, insbesondere Raumtemperatur (15 bis 30 °C). Bei der Befüllung des Druckgefäßes unterscheidet sich die Temperatur von Druckgefäß und Druckgasquelle vorzugsweise um mindestens 50 °C, besonders  
20 bevorzugt um mindestens 100 °C, insbesondere um mindestens 150 °C. Die Temperatur des Gases oder Gasgemisches in Druckgefäß und Druckgasquelle unterscheidet sich bei der Befüllung vorzugsweise um mindestens 50 °C, besonders bevorzugt um mindestens 100 °C, insbesondere um mindestens 150 °C.

25 Der eingestellte oder bestehende Druck, das ist der Druck im gekühlten Druckgefäß (primärer Fülldruck), liegt im allgemeinen im Bereich von über 1 bar bis 400 bar absolut, vorzugsweise im Bereich von 10 bar bis 300 bar absolut, besonders bevorzugt im Bereich von 50 bar bis 150 bar absolut, insbesondere im Bereich von 70 bar bis 100 bar absolut.

30

Die Befülltemperatur (Kühltemperatur) des Druckgefäßes wird vorzugsweise so gewählt, dass die Befülltemperatur über dem Siedepunkt des eingefüllten Gases oder dem Siedepunkt der höchstsiedenden Gaskomponente des eingefüllten Gasgemisches liegt, damit keine Kondensation des Gases in dem Druckgefäß erfolgt.

Dies erlaubt eine manometrische Kontrolle der Befüllung und eine manometrische Bestimmung der Füllmenge.

Nach der Befüllung des gekühlten Druckbehälters wird dieser verschlossen und es  
 5 folgt eine Erwärmung des Druckbehälters mit dem eingefüllten Gas. In der Regel wird auf die spätere Gebrauchstemperatur (Umgebungstemperatur oder Raumtemperatur) erwärmt. Die Erwärmung erfolgt beispielsweise durch Entfernung der Kühlquelle (z.B. durch Entnahme des gefüllten Druckbehälters aus einem Kältebad). Die Erwärmung auf Umgebungstemperatur erfolgt also beispielsweise durch Wärmeaustausch mit der  
 10 Umgebung. Die Erwärmung wird alternativ auch durch aktive Beheizung bewirkt. Der End-Fülldruck oder sekundäre Fülldruck (Gleichgewichtsdruck) stellt sich nach der Erwärmung auf die gewünschte Temperatur, in der Regel die Umgebungstemperatur, ein. Der End-Fülldruck ist durch die eingefüllte Gasmenge bestimmt.

15 Vorzugsweise wird ein permanentes Gas mit einer Siedetemperatur von höchstens minus 100°C oder ein Gasgemisch mit Gaskomponenten mit einer Siedetemperatur von höchstens minus 100°C, z.B. die Gase oder die Gaskomponenten Helium (He), Wasserstoff (H<sub>2</sub>), Stickstoff (N<sub>2</sub>), Sauerstoff (O<sub>2</sub>) oder Argon (Ar). Besonders  
 20 interessant sind Druckgefäße oder Gasgeneratoren mit einer reinen Helium-Füllung. Helium hat einen positiven Joule Thomson Koeffizienten. Das bedeutet, dass dieses Gas bei der schnellen Entspannung nicht abkühlt.

In Tabelle 1 werden beispielhaft geeignete Fülltemperaturen für verschiedene Füllgase aufgeführt.

25

Tabelle 1: Beispiele von Gasen und Fülltemperaturen (fl. = flüssig)

Gas oder Gasgemisch	Fülltemperatur / °C; Kältemittel (kälteverflüssigte Gase)			
Helium	-253 °C; fl. H <sub>2</sub>	-196 °C; fl. N <sub>2</sub>	-186 °C; fl. Ar	-183 °C; fl. O <sub>2</sub>
Wasserstoff		-196 °C; fl. N <sub>2</sub>	-186 °C; fl. Ar	-183 °C; fl. O <sub>2</sub>
Stickstoff			-186 °C; fl. Ar	-183 °C; fl. O <sub>2</sub>
Argon				-183 °C; fl. O <sub>2</sub>
Sauerstoff	größer als -183 °C, z.B. -78,5 °C (Trockeneiskühlung)			

Ar/He/ O <sub>2</sub> , 77:3:20 Vol.-%	größer als -183 °C, z.B. -78,5 °C (Trockeneiskühlung)
N <sub>2</sub> /He/ O <sub>2</sub> , 77:3:20 Vol.-%	größer als -183 °C, z.B. -78,5 °C (Trockeneiskühlung)
N <sub>2</sub> /He, 97:3 Vol.-%	-186 °C; fl. Ar oder -183 °C; fl. O <sub>2</sub>

Je nachdem, wie groß die zugeführte Gasmenge ist, können so ohne größeren technischen und energetischen Aufwand sehr hohe Speicherdrücke, insbesondere auch solche über 300 bar, insbesondere über 400 bar, realisiert werden.

- 5 Die Fülltemperaturen, insbesondere in Tabelle 1, entsprechen den Siedetemperaturen der Kältemittel bei Umgebungsdruck. Es können höhere Fülltemperaturen bei Einsatz der Kältemittel durch Druckerhöhung bis maximal zum kritischen Druck eingestellt werden. Bei dieser Verfahrensvariante wird z.B. das Tauchbad druckdicht verschlossen. Gegenstand der Erfindung ist somit auch ein Verfahren, bei dem unter
- 10 Druck stehende Kältemittel eingesetzt werden. Vorteilhaft wird die Temperatur des Kältebades oder einer entsprechend eingesetzten Kältequelle mit einem Kältemittel durch Veränderung des auf das Kältemittel einwirkenden Druckes verändert, gesteuert und/oder geregelt.
- 15 Die Vorteile des Verfahrens:
  - Die Befüllung kann mit wesentlich niedrigeren Arbeitsdrücken erfolgen.
  - Keine Höchstdruckkompressoren erforderlich, Standardkomponenten sind einsetzbar.
    - Entsprechend wirtschaftlicher, geringere Wartungs- und Betriebskosten
  - 20 • Reproduzierbar und exakt.
  - Geringer Ausschuss.
  - Hoher Wirkungsgrad z.B. bei Helium, geringe Verluste
    - Entsprechend wirtschaftlicher
  - Weniger aufwendige Qualitätssicherung, sogar kompletter Wegfall möglich.
  - 25 • Der Prozess ist schnell und in hohem Maß automatisierbar.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist die Verwendung einer Vorrichtung, bestehend aus mindestens einer Druckgasquelle, mindestens einem Druckgefäß mit Kühleinrichtung, einer Verbindungsleitung zwischen Druckgasquelle und Druckgefäß und mindestens einem Ventil, zur Befüllung von Druckgefäßen von Airbag-Systemen mit mindestens einem Gas oder Gasgemisch ohne mechanische Verdichtung.

Die Erfindung wird anhand der Zeichnung erläutert.

Fig. 1 zeigt ein stark vereinfachtes Schema einer Füllereinrichtung für Druckgefäße.

Fig. 2 zeigt schematisch und als Beispiel die verschiedenen Stufen eines Füllprozesses für Druckgefäße.

Die Füllereinrichtung in Fig. 1 weist ein zu befüllendes Druckgefäß 1, eine Druckgasquelle 2, z.B. eine Druckgasflasche (Fülldruck z.B. 300 bar) mit Helium oder Wasserstoff mit Absperrventil und Druckminderer, eine Gasverbindungsleitung 3 und ein Kältebad 4 mit einem tiefkalt verflüssigten Gas wie Flüssigstickstoff als Kältemittel auf. Das Druckgefäß 1 ist z.B. Teil eines Gasgenerators eines Airbag-Systems oder eine Gaspatrone.

Nach Eintauchen des Druckgefäßes 1 in das Kältebad 4 wird das zu füllende Gas aus der Druckgasquelle 2 in das Druckgefäß 1 durch Einstellung eines gewünschten Druckes (z.B. 90 bar absolut; eingestellt am Druckminderer der Druckgasflasche) gefüllt. Das Gas, z. B. Helium oder Wasserstoff, nehmen hierbei schnell die Temperatur der Oberfläche und damit der Siedetemperatur des Kältemittels an. Das Gas wird im Druckgefäß 1 auf die Temperatur des Kältebades abgekühlt. Die Siedetemperatur des Gases liegt unter der Temperatur des Kältebades, so dass keine Kondensation des Gases im Druckgefäß 1 eintritt. Es stellt sich eine der Temperatur entsprechende Dichte ein, die wesentlich höher ist als bei Raumtemperatur. Die erforderliche Füllmasse des Gases lässt sich bei der konstanten Temperatur des Kältebades einfach über den Fülldruck exakt und reproduzierbar einstellen. Anschließend wird das Druckgefäß 1 mit geeigneten Mitteln unter Druck verschlossen. Der Verschluss des Druckgefäßes 1 erfolgt z.B. am Füllrohr (Gaszuleitung 3), das direkt nach dem Temperatúrausgleich bei der Fülltemperatur



zugequetscht und/oder zugeschweißt wird. Anschließend wird der Behälter aus dem Kältebad entnommen und erwärmt.

Man erzeugt über die Temperaturerhöhung (Erwärmung) eine Druckerhöhung (bei  
5 Helium ca. 3,7-fach, bei  $H_2$  ca. 5-fach für einen Temperaturanstieg von 77 auf 288 K).  
Mit Gas aus einem Druckgasbehälter, insbesondere aus konventionellen  
Druckgasflaschen, lassen sich so z.B. Fülldrücke von 700 bar oder 1000 bar (bei  
Raumtemperatur) erzeugen. Bei dem Verfahren wird vorzugsweise kein Mittel zur  
Druckerzeugung (z.B. Kompressor oder Gaspumpe) zwischen Druckgefäß 1 und  
10 Druckgasquelle 2 eingesetzt.

In Fig. 2 werden Schritte bei der Gasbefüllung von Druckgefäßen 1 dargestellt. Das  
Druckgefäß wird während der Befüllung mit der Druckgasquelle 2 (nicht gezeigt)  
verbunden. Die Verbindung erfolgt über einen Anschluß der Füllleitung am  
15 Absperrventil 5. Das Verfahren arbeitet vorzugsweise ohne Einsatz eines  
Kompressors oder einer Pumpe.

**Patentansprüche**

1. Verfahren zur Hochdruck-Befüllung eines Druckgefäßes mit einem Gas oder  
5 Gasgemisch, wobei das Druckgefäß gekühlt und mit mindestens einem Gas bei einer Temperatur oberhalb der Siedetemperatur des Gases befüllt, im gekühlten Zustand verschlossen und ein Druck im befüllten und verschlossenen Druckgefäß durch Erwärmung hergestellt wird.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass ein Druck von mehr als 100 bar oder von mehr als 200 bar oder von mehr als 300 bar im befüllten Druckgefäß durch Erwärmung des Gases oder Gasgemisches erzeugt wird.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Erwärmung des Gases durch aktive Beheizung oder durch Temperatenausgleich auf Raumtemperatur, Umgebungstemperatur, eine Temperatur oberhalb von 0 °C oder eine andere Temperatur erfolgt.
- 20 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein reines Gas mit einer Siedetemperatur von weniger als minus 50 °C oder ein Gasgemisch, dessen höchstsiedende Gaskomponente eine Siedetemperatur von weniger als minus 50 °C aufweist, zur Befüllung eingesetzt wird.
- 25 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Befüllung des Druckgefäßes bei einer Temperatur von mindestens minus 50 °C oder weniger erfolgt.
- 30 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Befüllung des Druckgefäßes bei konstanter oder im wesentlichen konstanter Temperatur erfolgt.
- 35 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Befüllung des Druckgefäßes ein gekühltes Druckgefäß eingesetzt wird, wobei die Kühlung mittels eines Kältebades, eines Kühlblocks, eines kalten Gases, kalten Feststoffteilchen oder anderer Kältemittel oder einer thermostatisierbaren Kühleinrichtung erfolgt.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Bestimmung und Kontrolle der Füllmenge bei der Befüllung manometrisch erfolgt.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Befüllung des Druckgefäßes das Druckgefäß mit einer Druckgasquelle verbunden ist, wobei die Druckgasquelle eine Temperatur aufweist, die über der Temperatur des Druckgefäßes liegt.
10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Befüllung des Druckgefäßes das Druckgefäß mit einer Druckgasquelle verbunden ist und sich die Temperatur von Druckgefäß und Druckgasquelle um mindestens 50 °C unterscheiden und/oder sich die Temperatur des Gases oder Gasgemisches in Druckgefäß und Druckgasquelle um mindestens 50 °C unterscheiden.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Druckgefäß mit einem Gasgemisch befüllt wird durch Befüllung mit einem vorgefertigten Gasgemisch oder durch aufeinander folgende Befüllung mit den Gaskomponenten des herzustellenden Gasgemisches.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Befüllung des Druckgefäßes mit einem Gas oder Gasgemisch unter Druck erfolgt.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Befüllung des Druckgefäßes bei einem Druck von mindestens 10 bar absolut erfolgt.
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Befüllung des Druckgefäßes bei einem Druck im Bereich von 50 bis 400 bar absolut erfolgt.
15. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Befüllung des Druckgefäßes mit einem vorgekühlten Gas oder Gasgemisch erfolgt.
16. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Gas oder Gasgemisch auf die Fülltemperatur vorgekühlt wird.
17. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass zur Kühlung ein unter Druck stehendes Kältemittel eingesetzt wird oder die Temperatur bei der Kühlung durch Druckeinwirkung eingestellt, gesteuert oder geregelt wird.

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, gekennzeichnet durch den Einsatz beim Befüllen von Airbag-Gasgeneratoren.

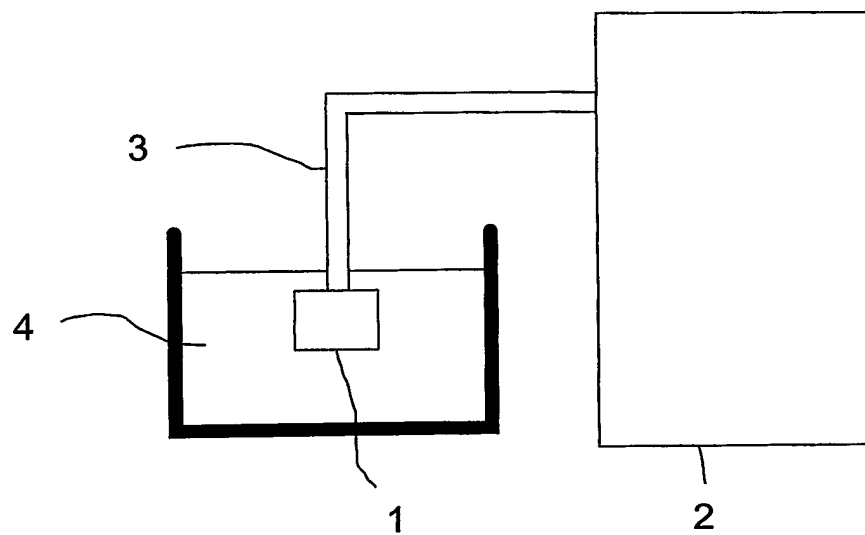
5 19. Verwendung eines Gases oder Gasgemisches mit einer Siedetemperatur bei Normaldruck von weniger als minus 200 °C für die Befüllung von gekühlten Druckgefäßen von Airbag-Systemen.

10 20. Verwendung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass ein Gas oder Gasgemisch mit mindestens 50 Volumenprozent Wasserstoff oder Helium eingesetzt wird.

15 21. Verwendung einer Vorrichtung, bestehend aus mindestens einer Druckgasquelle, mindestens einem Druckgefäß mit Kühleinrichtung, einer Verbindungsleitung zwischen Druckgasquelle und Druckgefäß und mindestens einem Ventil, zur Befüllung von Druckgefäßen von Airbag-Systemen mit mindestens einem Gas oder Gasgemisch ohne mechanische Verdichtung.

1/2

Fig. 1



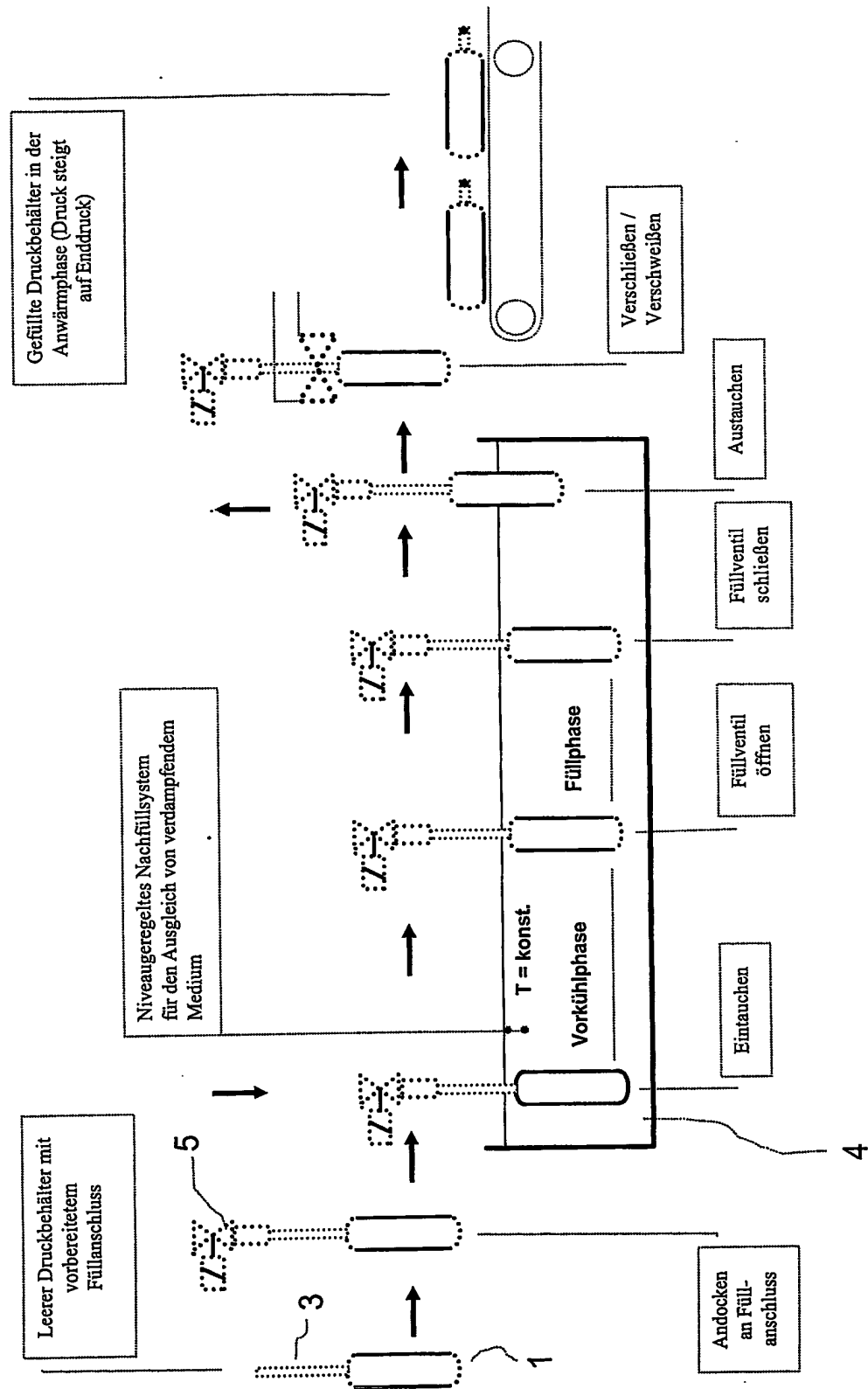


Fig. 2

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/052560

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F17C5/06 F17C13/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F17C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 07 895 A (MESSER GRIESHEIM GMBH) 5 September 2002 (2002-09-05) the whole document	1-18
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 007, no. 055 (M-198), 5 March 1983 (1983-03-05) & JP 57 200793 A (SAGAMI ASECHIREN KK), 9 December 1982 (1982-12-09) the whole document	1
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 212 (M-710), 17 June 1988 (1988-06-17) & JP 63 013999 A (NICHIGOU ASECHIREN KK), 21 January 1988 (1988-01-21) the whole document	1
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

3 January 2005

Date of mailing of the international search report

17. 03. 2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Nicol, B

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EP2004/052560

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>DE 101 19 115 A (MESSER GRIESHEIM GMBH) 31 October 2002 (2002-10-31) -----</p> <p>DE 198 17 324 A (MESSER GRIESHEIM GMBH) 21 October 1999 (1999-10-21) -----</p>	



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/EP2004/052560**

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

**See supplemental sheet**

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:  
1-18

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

**Box III**

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, as follows:

1. Claims 1-18

Method for the high-pressure filling of a pressure vessel with a gas or gas mixture, in which method the pressure vessel is cooled and is filled with at least one gas at a temperature lying above the boiling temperature of the gas, the pressure vessel then being sealed whilst still cool and a pressure being generated in the filled and sealed pressure vessel by heating.

2. Claims 19, 20

Use of a gas or gas mixture with a boiling temperature under normal pressure that is less than minus 200°C for filling cooled pressure vessels in airbag systems.

3. Claim 21

Use of a device, consisting of at least one pressurised gas source, at least one pressure vessel with cooling arrangement, a connection line between the pressurised gas source and the pressure vessel and at least one valve, for filling pressure vessels in airbag systems with at least one gas or gas mixture without mechanical compression.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2004/052560

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10107895	A	05-09-2002	DE 10107895 A1	05-09-2002
			WO 02066884 A1	29-08-2002
			EP 1364152 A1	26-11-2003
-----				
JP 57200793	A	09-12-1982	NONE	
-----				
JP 63013999	A	21-01-1988	NONE	
-----				
DE 10119115	A	31-10-2002	DE 10119115 A1	31-10-2002
			WO 02086379 A1	31-10-2002
			EP 1381807 A1	21-01-2004
-----				
DE 19817324	A	21-10-1999	DE 19817324 A1	21-10-1999
			AT 258665 T	15-02-2004
			DE 59908427 D1	04-03-2004
			DK 1076794 T3	24-05-2004
			WO 9954656 A2	28-10-1999
			EP 1076794 A2	21-02-2001
			PT 1076794 T	30-06-2004
-----				

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/052560

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 F17C5/06 F17C13/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 F17C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 07 895 A (MESSER GRIESHEIM GMBH) 5. September 2002 (2002-09-05) das ganze Dokument	1-18
X	PATENT-ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 007, Nr. 055 (M-198), 5. März 1983 (1983-03-05) & JP 57 200793 A (SAGAMI ASECHIREN KK), 9. Dezember 1982 (1982-12-09) das ganze Dokument	1
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN Bd. 012, Nr. 212 (M-710), 17. Juni 1988 (1988-06-17) & JP 63 013999 A (NICHIGOU ASECHIREN KK), 21. Januar 1988 (1988-01-21) das ganze Dokument	1
	-/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

3. Januar 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

17. 03. 2005

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Nicol, B

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/052560

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	DE 101 19 115 A (MESSER GRIESHEIM GMBH) 31. Oktober 2002 (2002-10-31) -----	
A	DE 198 17 324 A (MESSER GRIESHEIM GMBH) 21. Oktober 1999 (1999-10-21) -----	

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen  
PCT/EP2004/052560

### Feld II Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich
2. ☐ Ansprüche Nr.  
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich
3. ☐ Ansprüche Nr.  
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

### Feld III Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.
2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchegebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.
3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.
4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchegebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der Internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:  
1-18

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs

- ☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
- ☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchegebühren erfolgte ohne Widerspruch.

## WEITERE ANGABEN

PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, dass diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-18

Verfahren zur Hochdruck-Befüllung eines Druckgefäßes mit einem Gas oder Gasgemisch, wobei das Druckgefäß gekühlt und mit mindestens einem Gas bei einer Temperatur oberhalb der Siedetemperatur des Gases befüllt, im gekühlten Zustand verschlossen und ein Druck im befüllten und verschlossenen Druckgefäß durch Erwärmung hergestellt wird.

---

2. Ansprüche: 19,20

Verwendung eines Gases oder Gasgemisches mit einer Siedetemperatur bei Normaldruck von weniger als minus 200 °C für die Befüllung von gekühlten Druckgefäßen von Airbag-Systemen.

---

3. Anspruch: 21

Verwendung einer Vorrichtung, bestehend aus mindestens einer Druckgasquelle, mindestens einem Druckgefäß mit Kühleinrichtung, einer Verbindungsleitung zwischen Druckgasquelle und Druckgefäß und mindestens einem Ventil, zur Befüllung von Druckgefäßen von Airbag-Systemen mit mindestens einem Gas oder Gasgemisch ohne mechanische Verdichtung.

---

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/052560

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 10107895 A	05-09-2002	DE 10107895 A1 WO 02066884 A1 EP 1364152 A1	05-09-2002 29-08-2002 26-11-2003
JP 57200793 A	09-12-1982	KEINE	
JP 63013999 A	21-01-1988	KEINE	
DE 10119115 A	31-10-2002	DE 10119115 A1 WO 02086379 A1 EP 1381807 A1	31-10-2002 31-10-2002 21-01-2004
DE 19817324 A	21-10-1999	DE 19817324 A1 AT 258665 T DE 59908427 D1 DK 1076794 T3 WO 9954656 A2 EP 1076794 A2 PT 1076794 T	21-10-1999 15-02-2004 04-03-2004 24-05-2004 28-10-1999 21-02-2001 30-06-2004